

Projeto mecânico e instalação de um sistema autossustentável de resfriamento de ambientes com reaproveitamento de águas pluviais

Guilherme José de Oliveira, Taynara Azevedo Ribeiro, Daniel Sterzo (Orientador), Eliandro Rezende da Silva (Coorientador)

I. INTRODUÇÃO

Aquecimento global é o processo de aumento da temperatura média dos oceanos e da atmosfera da Terra causado por massivas emissões de gases que intensificam o efeito estufa, originados de uma série de atividades humanas. Esse processo em si aumenta a temperatura de todo globo terrestre. Que por sua vez altera a variação de temperatura local (MANCUSO, 2001).

A variação de temperatura em determinados locais do planeta causa um sério desconforto térmico. O desconforto vem com a sensação de calor ou frio, quando o corpo não consegue dissipar o calor produzido por seu metabolismo para manter sua temperatura interna, ou perde calor demais para o ambiente. Quanto maior for o trabalho do organismo para manter sua temperatura interna, maior será a sensação de desconforto. Visando este efeito do corpo humano foram criados vários mecanismos de resfriamento de ambientes para amenizar este problema, principalmente em locais de temperaturas muito elevadas (MANCUSO, 2001). O aparelho mais utilizado é o ar-condicionado, porém, para ambientes muito amplos e com altas temperaturas o sistema acaba não sendo sustentável e além de ter um alto custo de aquisição (GE, 2016).

Com o apelo Global cada vez mais por sistemas que visem a Sustentabilidade para suprir as necessidades atuais dos seres humanos sem comprometimento do futuro das próximas gerações. Desta forma, a sustentabilidade está diretamente relacionada ao uso de recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro. Seguindo estes parâmetros, a humanidade pode garantir o desenvolvimento sustentável e diminuir o aquecimento global (BARROSO, et al., 2016).

Considerando os impactos ambientais que uma construção pode causar, a arquitetura projeta e organiza espaços internos e externos, de acordo com critérios de estética, conforto e funcionalidade. Um profissional da área faz a planta, obedecendo aos regulamentos legais, e determina os materiais que serão utilizados na obra, levando em conta o uso do imóvel, a disposição dos objetos, a ventilação, a iluminação, a acústica e a manutenção pós-construção (ARQUITETURA, 2016). Sendo assim, foi escolhido um refeitório de uma escola estadual EE “Pe. Longino Vastbinder” do estado de São Paulo, pertencente a Diretoria de Mogi Mirim, que quando foi projetado pela gestão Municipal, não foram levados em conta a ventilação e a

sensação térmica dos alunos em períodos quentes, que são comuns na região. Bem como foram utilizadas telhas de calhetão de fibrocimento sem forração interna. Este projeto visa à construção de um sistema de resfriamento de ambientes que seja sustentável, visando a reutilização da água pluvial, em que o sistema tenha um baixo consumo de energia elétrica, diminuindo assim, os impactos ambientais e melhorando o conforto térmico dos alunos em períodos de altas temperaturas. Um sistema similar ao que está sendo proposto já é muito utilizado em granjas aviárias. Desta forma, a ideia aqui é utilizar não só o reuso da água, mas fazer que todo o sistema opere de forma autônoma por meio de controlador arduino (MACHADO, 2007; ROHDE, 2014, ARDUINO, 2016a,b; CAVALCANTI, 2016).

II. OBJETIVO E QUESTÃO PROBLEMA

A. Objetivo

O objetivo deste trabalho será produzir no refeitório da escolaselecionada um conforto térmico para os alunos em dias em que a temperatura ambiente ultrapasse 30°C, mantendo a temperatura no interior do recinto no máximo a 28°C, por meio de um sistema de resfriamento autossustentável de baixo consumo que utiliza aspersão de água no telhado de modo autônomo. Como o sistema reutiliza a água, em dias de chuva os reservatórios serão reabastecidos automaticamente pela captação feita pelas calhas.

B. Questão Problema

III. DESCRIÇÃO DE MATERIAIS E MÉTODOS

A. Materiais

Para a realização do projeto serão utilizados os seguintes materiais:

TABELA 1 – MATERIAIS UTILIZADOS PARA A REALIZAÇÃO DO PROJETO.

Materiais	Quantidade
Placa arduino UNO	1
Protoboard 840	1
Display lcd 16x2 com conector s/bl	1
Cabo USB ab	1
Sensor de temperatura - termistor tnc 10k	1
Resistor 10kΩ	1
Fios jumper de 20 cm.	9

Fios jumper de 10 cm.	4
Relé	1
Bomba d'água	1
Radiadores de Calor	2
Coolers de 12 volts	2
Fonte de alimentação 12 volts	1
Caixa de Isopor 3litros	1
Pasta Térmica	1
Metros de cabo elétrico de 2,5mm ²	50
Rolo de fitaisolante	1
Metros de cano de PVC de 2/3 de polegada	150
Tubo de cola de PVC	1
Metros de aramegalvanizado	20
Suportes de aço para calha	16
Calhas galvanizadas 11 metros	2
Irigadores de jardim	2
Mangueira de jardim de 35m	1
Tambores de 200 litros	5
Boia controladora de volume de água	1
Filtro de água	1
Notebook	1

Fonte: própria (2016).

B. Metodos

O intuito do projeto é criar um sistema de controle de temperatura por meio do Arduino, em que será programado para ativar uma bomba d'água conforme a banda de temperatura pré-estabelecida para promover o resfriamento do ambiente. Para isso foram considerados alguns passos:

- 1) *Levantamento bibliográfico dos conteúdos teóricos a serem estudados.*
- 2) *Estudo da bibliografia.*
- 3) *Levantamento dos materiais a serem utilizados no projeto.*
- 4) *Desenvolvimento da planta hidráulica do refeitório.*

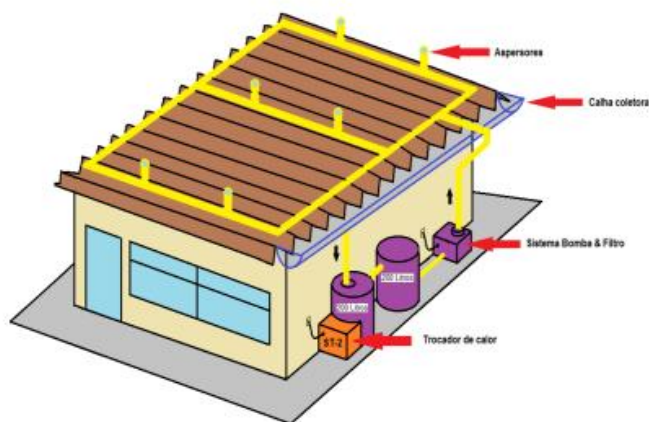


FIGURA 1 – ILUSTRAÇÃO DA PLANTA HIDRÁULICA DO REFEITÓRIO. FONTE: PRÓPRIA (2016).

- 5) *Estimativa da pressão que a bomba de água*

deveria possuir para realizar de modo eficaz a irrigação do telhado.

- 6) *Acoplagem dos reservatórios no sistema.*
- 7) *Acoplagem de um controlador de volume nos reservatórios.*
- 8) *Acoplagem do filtro no sistema.*
- 9) *Acoplagem do trocador de calor no sistema.*



FIGURA 2 – FOTO DO TROCADOR DE CALOR. FONTE: UNIVESP (2016).

- 10) *Acoplagem da bomba hidráulica no sistema.*



FIGURA 2 – FOTO BOMBA DE ÁGUA. FONTE: INDUSTRIA HOJE (2016).

- 11) *Ligação da bomba ao sistema autônomo de controle de temperatura.*
- 12) *Testes de fluxo de água pelo sistema.*
- 13) *Fixação das calhas coletoras no telhado do refeitório.*
- 14) *Fixação dos irrigadores no telhado do refeitório.*
- 15) *Estudo da parte de programação e software do arduino.*
- 16) *Montagem do circuito para realizar a mensuração da temperatura, para que o motor seja alimentado com energia elétrica.*

A. *Nesta etapa tem se o início dos testes com o sensor de temperatura, o motor e a resposta do software ao hardware. Foi usado um motor de corrente contínua para testar a saída 5V. Nesta saída será ligado um Rele que fará a o liga/desliga de um motor 110V da bomba d'água.*

- 17) *Programação de acordo com as necessidades do projeto e compilação no arduino.*

TABELA 2 – CÓDIGOS PARA A PROGRAMAÇÃO DO ARDUINO C++.

```

#include<LiquidCrystal.h>
#include<math.h>
int fan = 8;
LiquidCrystal lcd(12,11,5,4,3,2);
void setup(){
  Serial.begin(9600); //iniciacomunicacion serial
  pinMode(8,OUTPUT);//configuracion del pin 8
  lcd.begin(16,2);
  lcd.print("Temperatura");
}
double Termistor(int adc){
  double Temp;
  Temp=log(10000.0*((1024.0/adc-1)));
  Temp=1/(0.001129148+(0.000234125+(0.00000000876741*Temp*Temp))*
  Temp);
  Temp=Temp-273.15;
  if (Temp < 33){
    digitalWrite(8, LOW);
  }else
  digitalWrite(8,HIGH);
  return Temp;
}
void loop(){
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(int(Termistor(analogRead(0))));
  lcd.print("oC");
}

```

Fonte: SOUZA et al. (2011).

18) Integração de um relé no circuito para que a bomba possa ser ativada ao comando do sistema.

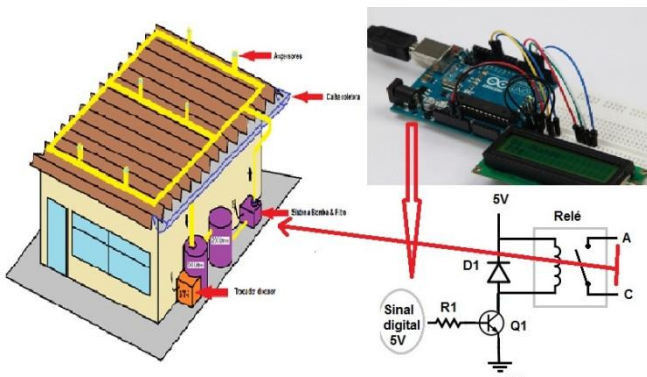


FIGURA 4 – ILUSTRAÇÃO DA PLANTA HIDRÁULICA COM ESQUEMA ARDUINO/RELÉ. FONTE: PRÓPRIA (2016), ARDUINO UNO (2016A).

19) Teste da variação de temperatura no interior do refeitório, coletados pelo sistema arduino e arquivados no notebook.

A. Este teste foi realizado utilizando um sistema Arduino/sensor de temperatura, em que coletava-se a temperatura a cada 1 minuto no interior do refeitório em um intervalo de tempo de 4 horas (11:00 às 14:00).

20) Plotagem dos dados usando Origin 6.1®.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a coleta de dados realizados em dias de picos de temperatura em torno de 30° C foi produzido um gráfico com as curvas de variação de temperatura do interior do

refeitório. A curva preta representa a variação de temperatura em um dia cuja temperatura ambiente era de 30° C onde o sistema de resfriamento não estava em operação. A curva vermelha representa a variação da temperatura em um dia cuja temperatura ambiente estava à 28° C onde o sistema de resfriamento estava em operação.

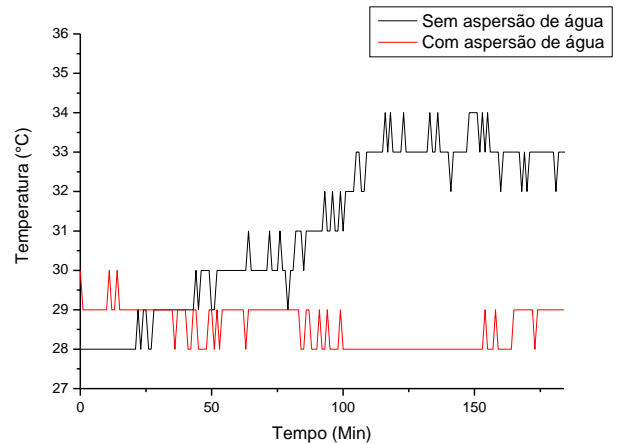


FIGURA 5 – GRÁFICO COMPARATIVO DE TEMPERATURA DO AMBIENTE ANTES E DEPOIS DA DISPERSÃO DE ÁGUA. FONTE: ORIGIN 6.1® (2000).

A figura 5 mostra a comparação da diferença de temperatura do ambiente selecionado. O que se pode observar que o gráfico em linha com maior amplitude de temperatura indica a temperatura do ambiente sem aspersão de água no telhado de fibrocimento. Já o de menor amplitude indica o decréscimo da temperatura devido a aspersão de água no telhado de fibrocimento. Observa-se que em comparação do ambiente sem o processo de aspersão de água no telhado com o de aspersão ocorre a queda de temperatura em um gradiente de 2°C. Considerando que foi usado para essa aquisição de dados foi usado somente um aspersor de água (irrigador de jardim) a área por m² abrangida não compreendeu todo o telhado de fibrocimento. Assim verifica-se que em um projeto piloto como este, os resultados esperados já surtiram efeito.

V. CONCLUSÕES

Foi possível verificar que a proposta deste projeto foi atingida, em que por meio do uso da aspersão de água sobre o telhado do refeitório da Escola Estadual Padre Longino Vastbinder ocorreu o decréscimo do gradiente térmico do ambiente usado. Desta forma, conclui-se com este projeto que é possível melhorar o conforto térmico de instalações mal projetadas e assim promover o bem estar das pessoas que por ali permanecem ou transitam.

VI. AGRADECIMENTOS

- A. FATEC de Mogi Mirim – Arthur de Azevedo;
- B. UNIVESP.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO, Disponível em:

<http://www.techmount.com.br/arduino-uno-r3-original>

Acesso em: 25 de out. 2016, a.

ARDUINO, Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>

Acesso em: 25 de out. 2016, b.

ARQUITETURA, Disponível em:

<http://guiadoestudante.abril.com.br/profissoes/arquitetura-urbanismo/>

Acesso em: 25 de out. 2016.

BARROSO, D S. et al. Proposição de sustentabilidade através de projeto de redução do desperdício d'água em ambientes doméstico e industrial: reeducação no consumo consciente de água. Revista Edu. Tec., v. 1, n. 1, 2016.

CAVALCANTI, Carolina Magalhães Costa. Design thinking como metodologia de pesquisa para concepção de um ambiente virtual de aprendizagem centrado no usuário. Disponível em:

<http://www.sied-enped2016.ead.ufscar.br/ojs/index.php/2014/article/viewFile/518/237>

Acesso em: 06 20de set. 2016.

GE, Cooling Water Systems – Heat Transfer. Disponível em:

http://www.gewater.com/handbook/cooling_water_systems/ch_23_heat.jsp

Acesso em: 25 de ago. 2016.

MACHADO, Neiton Silva. MSc. Universidade Federal de Viçosa. Arrefecimento térmico de coberturas de aviários por aspersão, com vista ao uso de água de chuva, no centro-oeste brasileiro. Orientadora: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Co-Orientadores: Cecília de Fátima Souza e Sérgio Zolnier. 2007. il. Dissertação.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches. REÚSO DE ÁGUA PARA TORRES DE RESFRIAMENTO. Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. USP. São Paulo. 2001.il. Tese.

ORIGIN 6.1®. Disponível em:

<http://www.originlab.com/>

Acesso em: 09 de nov. 2016.

ROHDE, Regis Almir. Projeto de um controlador para um sistema de reaproveitamento de água. UNB, 2014.

SOUZA, A. R.; PAIXÃO, A.C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M.

A.; DUARTE, S.; DE AMORIM, H. S. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. In Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 33, pp. 1702–1 – 1702–5. 2011.

UNIVESP, Disponível em:

<https://univesp.br/cursos/licenciatura-em-ciencias-naturais-e-matematica>

Acesso em 08 de mar. 2016.

